

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/005887

International filing date: 29 March 2005 (29.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-103687
Filing date: 31 March 2004 (31.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 20 May 2005 (20.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 3 月 3 1 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 1 0 3 6 8 7

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号
J P 2 0 0 4 - 1 0 3 6 8 7
The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

出 願 人
Applicant(s): 住友電気工業株式会社

2 0 0 5 年 4 月 2 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



| | |
|-----------|------------------------------------|
| 【書類名】 | 特許願 |
| 【整理番号】 | 1040635 |
| 【提出日】 | 平成16年 3月31日 |
| 【あて先】 | 特許庁長官殿 |
| 【国際特許分類】 | B22F 3/00 |
| 【発明者】 | |
| 【住所又は居所】 | 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 |
| 【氏名】 | 廣瀬 和弘 |
| 【発明者】 | |
| 【住所又は居所】 | 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 |
| 【氏名】 | 豊田 晴久 |
| 【発明者】 | |
| 【住所又は居所】 | 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 |
| 【氏名】 | 五十嵐 直人 |
| 【発明者】 | |
| 【住所又は居所】 | 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 |
| 【氏名】 | 前田 徹 |
| 【発明者】 | |
| 【住所又は居所】 | 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電工焼結合金株式会社 内 |
| 【氏名】 | 島田 良幸 |
| 【発明者】 | |
| 【住所又は居所】 | 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 |
| 【氏名】 | 西岡 隆夫 |
| 【特許出願人】 | |
| 【識別番号】 | 000002130 |
| 【住所又は居所】 | 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 |
| 【氏名又は名称】 | 住友電気工業株式会社 |
| 【代理人】 | |
| 【識別番号】 | 100064746 |
| 【弁理士】 | |
| 【氏名又は名称】 | 深見 久郎 |
| 【選任した代理人】 | |
| 【識別番号】 | 100085132 |
| 【弁理士】 | |
| 【氏名又は名称】 | 森田 俊雄 |
| 【選任した代理人】 | |
| 【識別番号】 | 100083703 |
| 【弁理士】 | |
| 【氏名又は名称】 | 仲村 義平 |
| 【選任した代理人】 | |
| 【識別番号】 | 100096781 |
| 【弁理士】 | |
| 【氏名又は名称】 | 堀井 豊 |

【選任した代理人】

【識別番号】 100098316

【弁理士】

【氏名又は名称】 野田 久登

【選任した代理人】

【識別番号】 100109162

【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 將行

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 特許請求の範囲 1

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908053

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

圧粉磁心の作製に用いられる軟磁性材料であって、
金属磁性粒子と、前記金属磁性粒子の表面を取り囲み、リン酸金属塩および酸化物の少なくとも一方を含む絶縁被膜とを有する複数の複合磁性粒子と、
前記複数の複合磁性粒子に対して、0.001質量%以上0.1質量%以下の割合で添加され、金属石鹼を含む潤滑性粉末とを備え、
前記潤滑性粉末の平均粒径は、 $2.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下である、軟磁性材料。

【請求項 2】

前記潤滑性粉末の平均粒径は、 $1.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下である、請求項 1 に記載の軟磁性材料。

【請求項 3】

前記複数の複合磁性粒子に対する前記潤滑性粉末の割合が、0.001質量%以上0.025質量%以下である、請求項 1 または 2 に記載の軟磁性材料。

【請求項 4】

前記金属石鹼は、ステアリン酸亜鉛、ステアリン酸カルシウムおよびステアリン酸アルミニウムからなる群より選ばれた少なくとも 1 種の材料である、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の軟磁性材料。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の軟磁性材料を用いて作製された、圧粉磁心。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 軟磁性材料および圧粉磁心

【技術分野】

【0001】

この発明は、一般的には、軟磁性材料および圧粉磁心に関し、より特定的には、絶縁被膜によって覆われた複数の金属磁性粒子を備える軟磁性材料および圧粉磁心に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、電磁弁やモーターなどの製品において、広域な周波数で優れた磁気的特性を示す圧粉磁心が電磁鋼板材に変わって利用されつつある。このような圧粉磁心の製造方法に関して、たとえば、特開平8-100203号公報には、粉末冶金を利用して金属複合部材（metal composite part）を形成するための未焼結圧粉体の製造方法が開示されている（特許文献1）。

【0003】

特許文献1に開示された製造方法によれば、液体小液または固体粒子のエアロゾルの形態で、滑剤をダイの壁表面に静電的に塗布する。液体小液または固体粒子は、好ましくは、 $100\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $50\mu\text{m}$ 以下、最も好ましくは $15\mu\text{m}$ 以下の粒径を有する。次に、金属粉末組成物をダイに充填し、これを圧縮して未焼結圧粉体を形成する。このように作製された圧粉体が、0.1重量%から0.4重量%、好ましくは、0.2重量%から0.3重量%の割合で内部滑剤を含む場合、特に高い密度を有する未焼結体が得られる。

【0004】

また別に、特開平9-104902号公報には、成形体の物性や成形時の作業性を向上させることを目的とした粉末成形方法が開示されている（特許文献2）。特許文献2に開示された粉末成形方法では、粉末を金型に充填する前に、粉末または金型の内壁に、脂肪酸または金属石鹸からなる固体潤滑剤を噴霧する。固体潤滑剤の噴霧量は、好ましくは、0.001重量%から2重量%とされており、たとえば、0.1重量%の割合のステアリン酸が、金型内壁に向けて噴霧される。

【特許文献1】 特開平8-100203号公報

【特許文献2】 特開平9-104902号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1および2では、加圧成形時の摩擦を低減させるべく、所定の滑剤や固定潤滑剤を用いている。しかし、用いるこれらの潤滑剤の量が多いと、加圧成形によって得られた圧粉磁心に占める非磁性層の割合が大きくなり、圧粉磁心の磁気的特性が劣化する。一方、潤滑剤の量が少ないと、加圧成形時に十分な潤滑性が得られず、金属粉末同士が強く擦れ合う。この場合、金属粉末の内部に大きな歪みが導入されるため、得られる圧粉磁心の磁気的特性が劣化するおそれが生じる。また、加圧成形時に十分な潤滑性が得られないと、金属粉末を金型（ダイ）に均一に充填できなかったり、密に充填できなかったりする。これによって、圧粉磁心の密度が不均一になったり、密度が低下するといった問題が生じる。

【0006】

そこでこの発明の目的は、上記の課題を解決することであり、加圧成形時に優れた潤滑性を示すとともに、加圧成形後に所望の磁気的特性が得られる軟磁性材料およびその軟磁性材料から作製された圧粉磁心を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明に従った軟磁性材料は、圧粉磁心の作製に用いられる軟磁性材料である。軟磁性材料は、金属磁性粒子と、金属磁性粒子の表面を取り囲み、リン酸金属塩および酸化物

の少なくとも一方を含む絶縁被膜とを有する複数の複合磁性粒子と、複数の複合磁性粒子に対して、0.001質量%以上0.1質量%以下の割合で添加され、金属石鹸を含む潤滑性粉末とを備える。潤滑性粉末の平均粒径は、2.0 μm 以下である。

【0008】

このように構成された軟磁性材料によれば、金属石鹸を含む潤滑性粉末の平均粒径を2.0 μm 以下にすることによって、圧粉磁心を作製する際の加圧成形時に、潤滑性粉末をより高い確率で複合磁性粒子間に介在させることができる。これにより、0.1質量%以下という微量であっても、潤滑性粉末を複合磁性粒子間の潤滑剤として確実に機能させることができる。この際、潤滑性粉末の割合を0.001質量%以上にするすることで、上述の効果を十分に得ることができる。また、潤滑性粉末の割合を0.1質量%以下にすることで、金属磁性粒子間の距離が大きくなりすぎることがない。これにより、金属磁性粒子間に反磁界が発生する（金属磁性粒子に磁極が生じてエネルギーの損失が発生する）ことを防止し、反磁界の発生に起因したヒステリシス損の増大を抑制できる。また、圧粉磁心に占める非磁性層の体積比率を抑えることで、飽和磁束密度が低下することを防止できる。

【0009】

加えて、リン酸金属塩および酸化物の少なくとも一方を含む絶縁被膜は、優れた潤滑性を有する。このため、加圧成形時に絶縁被膜同士が擦れ合ったとしても、大きな摩擦が生じることがない。

【0010】

したがって本発明によれば、これら潤滑性粉末による効果と絶縁被膜による効果とが相伴って、加圧成形時の潤滑性を大幅に向上させることができる。これにより、加圧成形時に絶縁被膜が破壊されることを防止するとともに、金属磁性粒子の内部に大きな歪みが導入されることを防止できる。結果、渦電流損およびヒステリシス損の小さい所望の磁気的特性を有する圧粉磁心を得ることができる。

【0011】

また好ましくは、潤滑性粉末の平均粒径は、1.0 μm 以下である。このように構成された軟磁性材料によれば、加圧成形時に潤滑性粉末をさらに高い確率で複合磁性粒子間に介在させることができる。これにより、加圧成形時の潤滑性をより効果的に向上させることができる。

【0012】

また好ましくは、複数の複合磁性粒子に対する潤滑性粉末の割合が、0.001質量%以上0.025質量%以下である。このように構成された軟磁性材料によれば、金属磁性粒子間に反磁界が発生することをさらに抑制するとともに、圧粉磁心に占める非磁性層の割合をより低く抑えることができる。

【0013】

また好ましくは、金属石鹸は、ステアリン酸亜鉛、ステアリン酸カルシウムおよびステアリン酸アルミニウムからなる群より選ばれた少なくとも1種の材料である。このように構成された軟磁性材料によれば、これらの材料を含む潤滑性粉末は、優れた潤滑性を示すため、加圧成形時における複合磁性粒子間の摩擦を効果的に低減させることができる。

【0014】

この発明に従った圧粉磁心は、上述のいずれかに記載の軟磁性材料を用いて作製される。このように構成された圧粉磁心によれば、渦電流損およびヒステリシス損の双方の低減を通じて、鉄損の小さい磁気的特性を実現することができる。なお、圧粉磁心とする場合、強度向上、耐熱性向上のために、他の有機物を添加することもある。このような有機物が存在する下であっても、本発明による効果は得られる。

【発明の効果】

【0015】

以上説明したように、この発明に従えば、加圧成形時に優れた潤滑性を示すとともに、加圧成形後に所望の磁気的特性が得られる軟磁性材料およびその軟磁性材料から作製され

た圧粉磁心を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

この発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0017】

図1は、この発明の実施の形態における軟磁性材料を用いて作製された圧粉磁心の断面を示す模式図である。図1を参照して、圧粉磁心は、金属磁性粒子10と、金属磁性粒子10の表面を取り囲む絶縁被膜20とから構成された複数の複合磁性粒子30を備える。複数の複合磁性粒子30の間には、有機物40が介在している。複数の複合磁性粒子30の各々は、有機物40によって接合されていたり、複合磁性粒子30が有する凹凸の噛み合わせによって接合されている。

【0018】

図1中の圧粉磁心の作製に用いられる本実施の形態における軟磁性材料は、金属磁性粒子10および絶縁被膜20からなる複数の複合磁性粒子30と、複合磁性粒子30に所定の割合で添加され、図1中の圧粉磁心では、加圧成形されることによって有機物40として存在する潤滑性粉末とを備える。

【0019】

金属磁性粒子10は、たとえば、鉄(Fe)、鉄(Fe)－シリコン(Si)系合金、鉄(Fe)－窒素(N)系合金、鉄(Fe)－ニッケル(Ni)系合金、鉄(Fe)－炭素(C)系合金、鉄(Fe)－ホウ素(B)系合金、鉄(Fe)－コバルト(Co)系合金、鉄(Fe)－リン(P)系合金、鉄(Fe)－ニッケル(Ni)－コバルト(Co)系合金および鉄(Fe)－アルミニウム(Al)－シリコン(Si)系合金などから形成されている。金属磁性粒子10は、金属単体でも合金でもよい。

【0020】

絶縁被膜20は、リン酸金属塩および酸化物の少なくともいずれか一方を含む。リン酸金属塩としては、鉄のリン酸塩であるリン酸鉄のほか、たとえば、リン酸マンガン、リン酸亜鉛、リン酸カルシウムおよびリン酸アルミニウムなどを用いることができる。また、リン酸金属塩は、少量のアルミニウムがドーブされたリン酸鉄などのリン酸の複合金属塩であっても良い。酸化物としては、たとえば、酸化シリコン、酸化チタン、酸化アルミニウムおよび酸化ジルコニウムなどを用いることができる。また、これらの金属の合金を用いても良い。絶縁被膜20は、図中に示すように1層に形成されていても良いし、多層に形成されていても良い。

【0021】

潤滑性粉末は、ステアリン酸亜鉛、ステアリン酸リチウム、ステアリン酸カルシウム、ステアリン酸アルミニウム、パルミチン酸リチウム、パルミチン酸カルシウム、オレイン酸リチウムまたはオレイン酸カルシウムなどの金属石鹸から形成されている。

【0022】

潤滑性粉末は、複数の複合磁性粒子30に対して、0.001質量%以上0.1質量%以下の割合で含まれており、その平均粒径は、2.0 μ m以下である。さらに好ましくは、潤滑性粉末は、複数の複合磁性粒子30に対して、0.001質量%以上0.025質量%以下の割合で含まれている。さらに好ましくは、潤滑性粉末の平均粒径は、1.0 μ m以下である。なお、ここで言う平均粒径とは、レーザー散乱回折法によって測定した粒径のヒストグラム中、粒径の小さいほうからの質量の和が総質量の50%に達する粒子の粒径、つまり50%粒径Dをいう。

【0023】

この発明の実施の形態における軟磁性材料は、金属磁性粒子10と、金属磁性粒子10の表面を取り囲み、リン酸金属塩および酸化物の少なくとも一方を含む絶縁被膜20とを有する複数の複合磁性粒子30と、複数の複合磁性粒子30に対して、0.001質量%以上0.1質量%以下の割合で添加され、金属石鹸を含む潤滑性粉末とを備える。潤滑性粉末の平均粒径は、2.0 μ m以下である。

【0024】

続いて、本実施の形態における軟磁性材料を作製し、さらにその軟磁性材料から図1中に示す圧粉磁心を作製する方法について説明を行なう。

【0025】

まず、金属磁性粒子10に所定の被膜処理を行ない、金属磁性粒子10が絶縁被膜20によって覆われた複合磁性粒子30を作製する。また別に、適当なメッシュ粗さの篩を用いた分級により、平均粒径が $2.0\mu\text{m}$ 以下に調整された潤滑性粉末を準備する。この際、平均粒径が $0.8\mu\text{m}$ から $1.0\mu\text{m}$ の市販されている金属石鹼（たとえば、日本油脂株式会社製の商品名「MZ-2」）を、潤滑性粉末として用いても良い。次に、複合磁性粒子30に所定の割合で潤滑性粉末を添加し、V型混合機を用いてこれらを混合することによって、本実施の形態における軟磁性材料を完成させる。なお、混合方法に特に制限はない。

【0026】

次に、得られた軟磁性材料を金型に入れ、たとえば、 700MPa から 1500MPa までの圧力で加圧成形する。これにより、軟磁性材料が圧縮されて成形体が得られる。加圧成形する雰囲気は、不活性ガス雰囲気または減圧雰囲気とすることが好ましい。この場合、大気中の酸素によって複合磁性粒子30が酸化されるのを抑制できる。

【0027】

従来、 $5\mu\text{m}$ から $10\mu\text{m}$ ほどの平均粒径を有する粉末が潤滑剤として使用されていたのに対して、本実施の形態では、潤滑剤粉末の平均粒径が、 $2.0\mu\text{m}$ 以下と比較的小さい値に抑えられている。このため、添加量（複数の複合磁性粒子30に対する割合）が同じであっても、軟磁性材料の単位体積当たり存在する潤滑剤粉末の数を多くすることができる。これにより、潤滑剤粉末をより高い確率で複合磁性粒子30間に介在させることができる。また、リン酸金属塩や酸化物を含む絶縁被膜20は、それ自身、優れた潤滑性を示す。このような絶縁被膜20と、複合磁性粒子30間に位置する潤滑材粉末との動きにより、上述の加圧成形時において優れた潤滑性を得ることができる。

【0028】

また、ステアリン酸亜鉛は、層状の形態をしており、表面が次々と剥がれ落ちるような滑り性を示す。さらに、ステアリン酸亜鉛は、ステアリン酸カルシウムやステアリン酸アルミニウムと比較して高い硬度を有する。このため、潤滑性粉末としてステアリン酸亜鉛を用いた場合には、特に優れた潤滑性を得ることができる。

【0029】

次に、加圧成形によって得られた成形体に、 400°C 以上絶縁被膜20の熱分解温度未満の温度で熱処理を行なう。これにより、成形体の内部に存在する歪みや転位を取り除く。この際、熱処理は、絶縁被膜20の熱分解温度未満の温度で実施されているため、この熱処理によって絶縁被膜20が劣化するということがない。熱処理後、成形体に押出し加工や切削加工など適当な加工を施すことによって、図1中に示す圧粉磁心が完成する。

【0030】

このように構成された軟磁性材料および圧粉磁心によれば、加圧成形時に複合磁性粒子30間において優れた潤滑性を得られる。このため、加圧成形時に絶縁被膜20が破壊されることを防止するとともに、金属磁性粒子10の内部に大きい歪みが導入されることを抑制する。また、潤滑性粉末の添加量は 0.1 質量%以下であるため、圧粉磁心に占める非磁性層の割合は低く抑えられている。またこのため、金属磁性粒子10間の距離が大きくなることを防止でき、反磁界の発生を抑制できる。これらの理由から、圧粉磁心の渦電流損およびヒステリシス損を低減させ、鉄損の小さい圧粉磁心を得ることができる。また、本実施の形態における軟磁性材料は高い潤滑性を示し、流れ性に優れているため、金型に軟磁性材料を充填する際、その充填度を均一にできる。これにより、圧粉磁心を、ばらつかない密度を有する均一な製品に完成させることができる。

【実施例】

【0031】

以下に説明する実施例によって、本発明における軟磁性材料と、その軟磁性材料から作製される圧粉磁心との評価を行なった。

【0032】

（実施例1）

まず、複合磁性粒子30としてのリン酸塩被膜鉄粉（ヘガネスジャパン社製の商品名「Somaloy 500」）に、潤滑性粉末としてのステアリン酸亜鉛（日本油脂株式会社製の商品名「MZ-2」、平均粒径 $0.8\mu\text{m}$ ）を所定量、添加した。次に、V型混合機を用いて、1時間これらを混合し、リン酸塩被膜鉄粉に対するステアリン酸亜鉛の添加量が異なる複数種の軟磁性材料を準備した。また比較のため、リン酸塩被膜が施されていない鉄粉（ヘガネスジャパン社製の商品名「ABC 100.30」）を用いて、同様に、ステアリン酸亜鉛の添加量が異なる複数種の軟磁性材料を準備した。

【0033】

軟磁性材料が有する潤滑性を評価するため、準備された複数種の軟磁性材料に対して、「JIS Z 2504」に規定された見掛け密度の測定と、「JIS Z 2502」に規定された流動度の測定とを実施した。充填密度とも呼ばれる見掛け密度は、一定容積のシリンダ状容器に一定の方法で自由に落下充填させた場合の重量と体積とから求められ、この値が大きいほど軟磁性材料の潤滑性が良好であると判断される。また、流動度は、流動率、流動速度とも呼ばれ、粉末の流れやすさを示す。流動度は、一定重量（50g）の混合粉末が一定寸法（ $\phi 4.0\text{mm}$ ）を有するオリフィスから流れ出すのに要する時間で表され、この値が小さいほど軟磁性材料の潤滑性が良好であると判断される。

【0034】

図2および図3は、この発明の実施例1において、ステアリン酸亜鉛の添加量と見掛け密度との関係を示すグラフである。図4および図5は、この発明の実施例1において、ステアリン酸亜鉛の添加量と流動度との関係を示すグラフである。図3および図5では、図2および図4中にそれぞれ示す測定結果であって、ステアリン酸亜鉛の添加量が0から0.05質量%までの範囲の測定結果が拡大して示されている。

【0035】

図2および図3を参照して分かるように、ステアリン酸亜鉛の添加量が0.001質量%以上0.1質量%以下の範囲で、リン酸塩被膜鉄粉を用いた場合に、高い値の見掛け密度を得ることができた。また、その中でもステアリン酸亜鉛の添加量が0.025質量%以下の範囲で、特に高い値の見掛け密度を得ることができた。同様に、図4および図5を参照して、ステアリン酸亜鉛の添加量が0.001質量%以上0.1質量%以下の範囲で、リン酸塩被膜鉄粉を用いた場合に、良好な流動性を得ることができた。また、その中でもステアリン酸亜鉛の添加量が0.025質量%以下の範囲で、特に良好な流動性を得ることができた。

【0036】

（実施例2）

続いて、潤滑性粉末として日本油脂株式会社製のステアリン酸亜鉛（ジnkステアレート）を用意し、乾式ふるいによる分級によって、平均粒径を $0.8\mu\text{m}$ 、 $1.6\mu\text{m}$ 、 $2.3\mu\text{m}$ および $7.5\mu\text{m}$ とした4種類のステアリン酸亜鉛を準備した。次に、これらを所定量、複合磁性粒子30としてのリン酸塩被膜鉄粉（ヘガネスジャパン社製の商品名「Somaloy 500」）に添加して、実施例1と同様に混合した。これにより、ステアリン酸亜鉛の平均粒径と、リン酸塩被膜鉄粉に対するステアリン酸亜鉛の添加量とが異なる複数種の軟磁性材料を準備した。

【0037】

このように準備された軟磁性材料に対して、実施例1と同様に、見掛け密度の測定と流動度の測定とを実施した。図6および図7は、この発明の実施例2において、ステアリン酸亜鉛の平均粒径および添加量と、見掛け密度との関係を示すグラフである。図8および図9は、この発明の実施例2において、ステアリン酸亜鉛の平均粒径および添加量と、流動度との関係を示すグラフである。図7および図9では、図6および図8中に示すそれぞれ

れの測定結果で、ステアリン酸亜鉛の添加量が0から0.05質量%までの範囲の測定結果が拡大して示されている。

【0038】

図6および図7を参照して分かるように、ステアリン酸亜鉛の平均粒径が $2.0\mu\text{m}$ 以下の場合に、高い値の見掛け密度を得ることができた。また、その中でもステアリン酸亜鉛の平均粒径が $1.0\mu\text{m}$ 以下の場合に、特に高い値の見掛け密度を得ることができた。同様に、図8および図9を参照して、ステアリン酸亜鉛の平均粒径が $2.0\mu\text{m}$ 以下の場合に、良好な流動性を得ることができた。また、その中でもステアリン酸亜鉛の平均粒径が $1.0\mu\text{m}$ 以下の場合に、特に良好な流動性を得ることができた。

【0039】

以上に説明した実施例1および2の結果から、本発明による軟磁性材料が優れた潤滑性を有することを確認できた。なお、他種の金属石鹸（ステアリン酸アルミニウム、ステアリン酸カルシウムなど）に関しても、実施例1および2に説明した結果と同様の結果を得ることができるが、見掛け密度および流動度の双方とも、潤滑性粉末としてステアリン酸亜鉛を用いた場合に最も良好な結果を得ることができる。このことは、ステアリン酸亜鉛が層状構造を有することに起因するものと考えられるが、他に要因が存在することも考えられる。

【0040】

（実施例3）

実施例2で用いた軟磁性材料から数種を選択し、これを加圧成形することによってリング状の圧粉磁心（外径 30mm ×内径 20mm ×厚み 5mm ）を作製した。加圧圧力は、面圧 1078MPa （ $=11\text{ton}/\text{cm}^2$ ）とした。得られた圧粉磁心の周囲にコイル（1次巻き数が300回、2次巻き数が20回）を均等に巻き、圧粉磁心の磁気的特性の評価を行なった。評価には、理研電子製のBHトレーサ（ACBH-100K型）を用い、励起磁束密度を 10kG （キロガウス）とし、測定周波数を 1000Hz とした。測定により得られた圧粉磁心の鉄損値 $W_{10}/1000$ を表1に示した。

【0041】

なお、鉄損値は、ヒステリシス損と渦電流損との和によって表され、ヒステリシス損係数 K_h 、渦電流損係数 K_e および周波数 f を用いて次式により求まる値である。

【0042】

$$W = K_h \times f + K_e \times f^2$$

【0043】

【表1】

| ステアリン酸亜鉛 の平均粒径 (μm) | 鉄損値 $W_{10/1000}$ (W/kg) | | | | | | | | |
|--|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | ステアリン酸亜鉛の添加量(質量%) | | | | | | | | |
| | 0 | 0.0004 | 0.0010 | 0.0050 | 0.0100 | 0.0250 | 0.0500 | 0.1000 | 0.2500 |
| 0.8 | 305 | 204 | 159 | 145 | 162 | 180 | 185 | 195 | 324 |
| 1.6 | 305 | 245 | 191 | 174 | 194 | 216 | 222 | 234 | 389 |
| 2.3 | 305 | 367 | 286 | 261 | 292 | 324 | 333 | 351 | 583 |
| 7.5 | 305 | 477 | 372 | 339 | 379 | 421 | 433 | 456 | 758 |

【0044】

表1を参照して、ステアリン酸亜鉛の平均粒径が $2.0\mu\text{m}$ 以下で、かつ添加量が0.001質量%以上0.1質量%以下の軟磁性材料を用いた場合に、小さい鉄損値を得ることができた。またその中でも、ステアリン酸亜鉛の添加量が0.025質量%以下の軟磁性材料を用いた場合に、特に小さい鉄損値を得ることができた。

【0045】

潤滑性粉末として設けたステアリン酸亜鉛の添加量が少なすぎると、ステアリン酸亜鉛を添加したことによる効果を十分に得られず、加圧成形時に絶縁被膜 20 として設けたリン酸塩被膜が破壊される。また、粉末同士の流動性が悪化し、加圧成形時に鉄粉の内部に導入される歪み量が大きくなる。これらの理由から渦電流損とヒステリシス損とが増大し、鉄損が劣化する原因になったものと考えられる。一方、ステアリン酸亜鉛の添加量が多すぎると、鉄粉間に介在する非磁性層の量が多くなる。このため、鉄粉間に反磁界が発生し、鉄損の劣化が引き起こされたものと考えられる。

【0046】

また、ステアリン酸亜鉛の粒度が小さいと、ステアリン酸亜鉛を鉄粉の表面に均一かつ薄く分布させることができ、潤滑効果を最大限に得ることができる。一方、ステアリン酸亜鉛の粒度が大きいと、同じ添加量であっても鉄粉間に存在する確率が低下し、加圧成形時に得られる潤滑性が劣化する。このため、本実施例においては、ステアリン酸亜鉛の平均粒径が $2.0\ \mu\text{m}$ 以下の範囲で、圧粉磁心の鉄損値を低減できたと考えられる。

【0047】

以上に説明した実施例 3 の結果から、本発明による圧粉磁心によれば、磁気的特性の向上が得られることを確認できた。

【0048】

今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図 1】この発明の実施の形態における軟磁性材料を用いて作製された圧粉磁心の断面を示す模式図である。

【図 2】この発明の実施例 1 において、ステアリン酸亜鉛の添加量と見掛け密度との関係を示すグラフである。

【図 3】この発明の実施例 1 において、ステアリン酸亜鉛の添加量と見掛け密度との関係を示す別のグラフである。

【図 4】この発明の実施例 1 において、ステアリン酸亜鉛の添加量と流動度との関係を示すグラフである。

【図 5】この発明の実施例 1 において、ステアリン酸亜鉛の添加量と流動度との関係を示す別のグラフである。

【図 6】この発明の実施例 2 において、ステアリン酸亜鉛の平均粒径および添加量と、見掛け密度との関係を示すグラフである。

【図 7】この発明の実施例 2 において、ステアリン酸亜鉛の平均粒径および添加量と、見掛け密度との関係を示す別のグラフである。

【図 8】この発明の実施例 2 において、ステアリン酸亜鉛の平均粒径および添加量と、流動度との関係を示すグラフである。

【図 9】この発明の実施例 2 において、ステアリン酸亜鉛の平均粒径および添加量と、流動度との関係を示す別のグラフである。

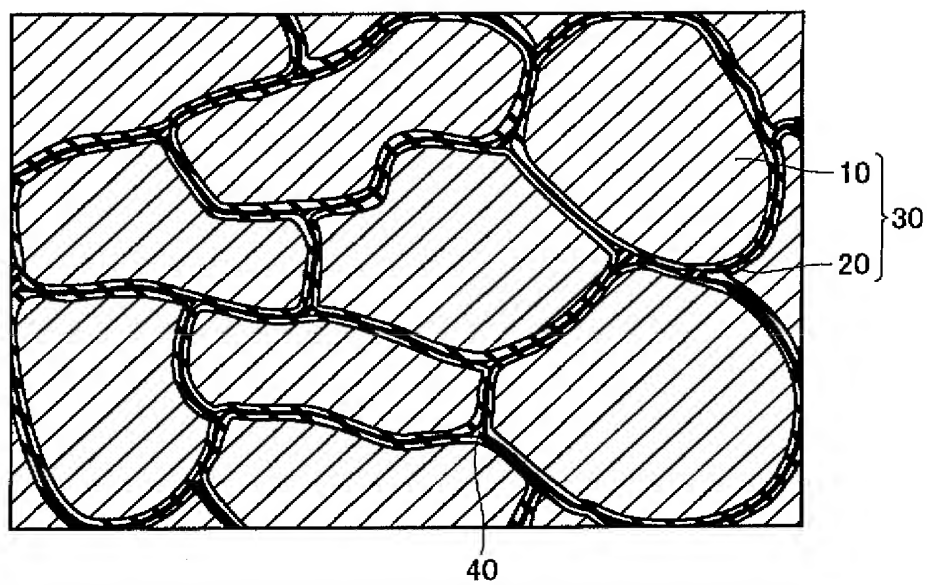
【符号の説明】

【0050】

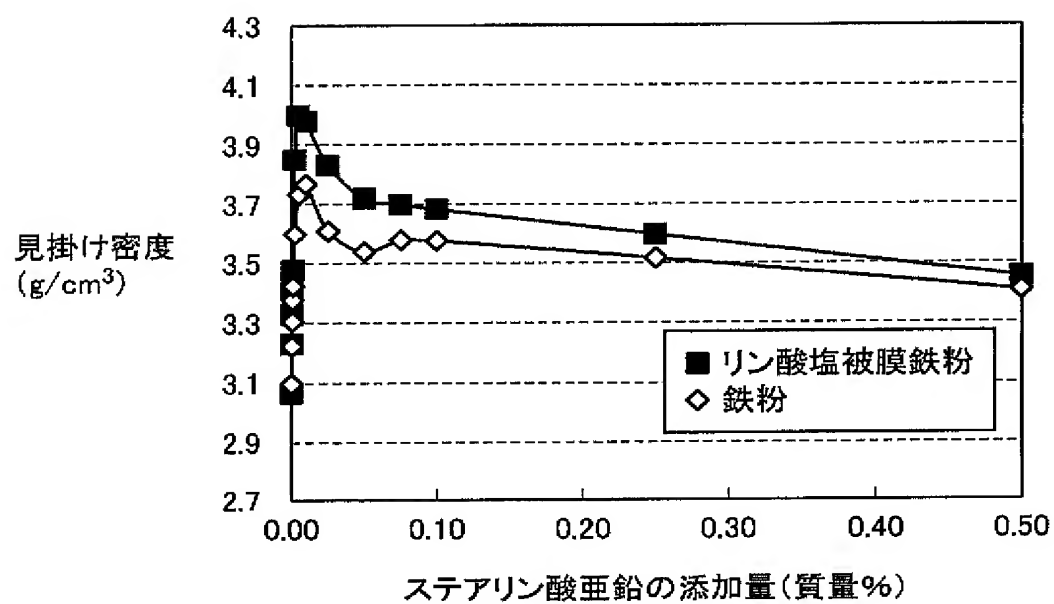
10 金属磁性粒子、20 絶縁被膜、30 複合磁性粒子、40 有機物。

【書類名】 図面

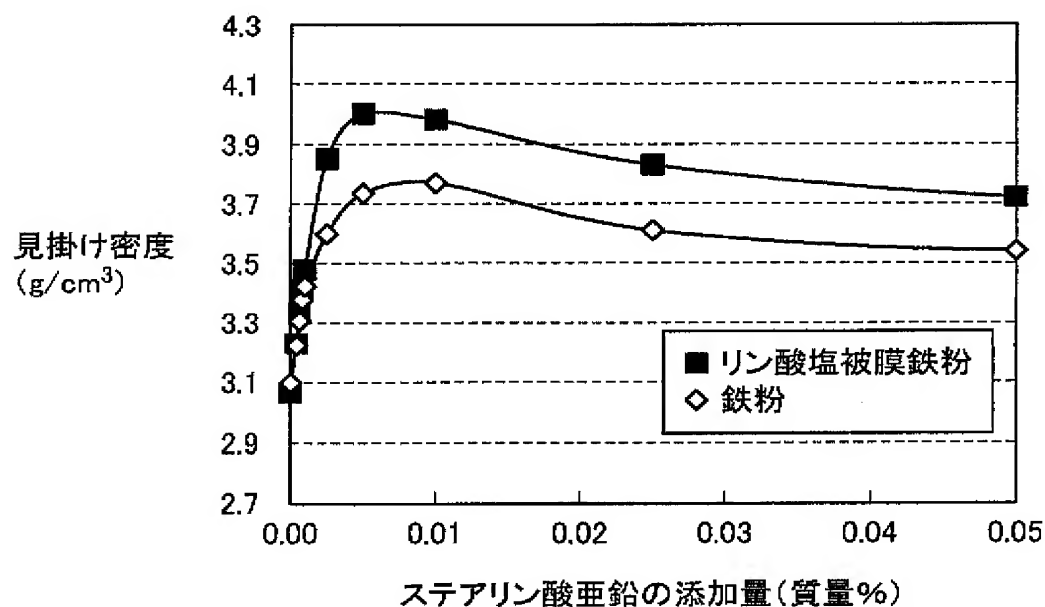
【図 1】



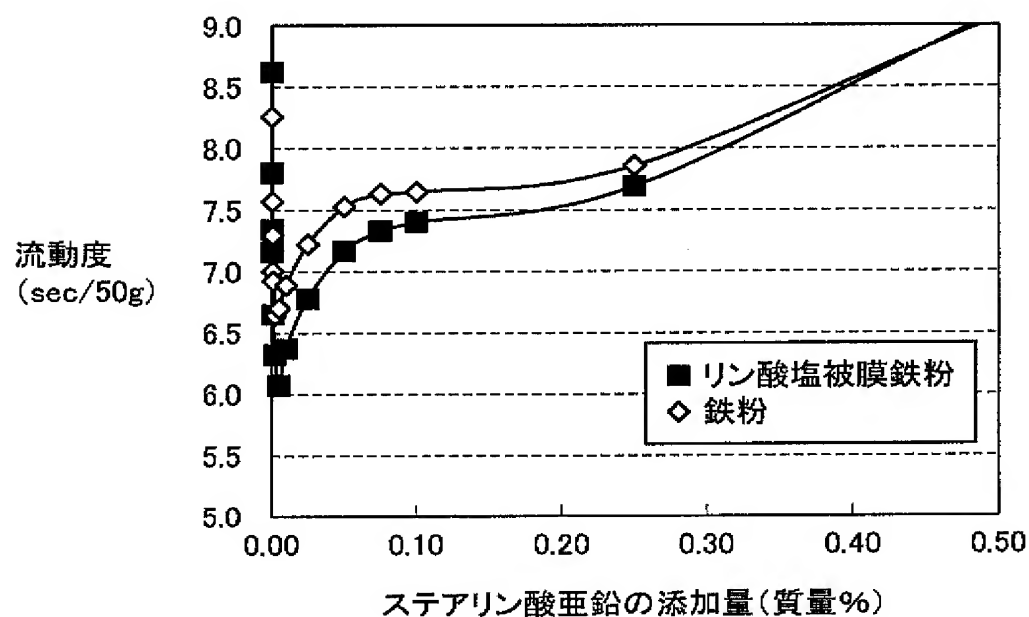
【図 2】



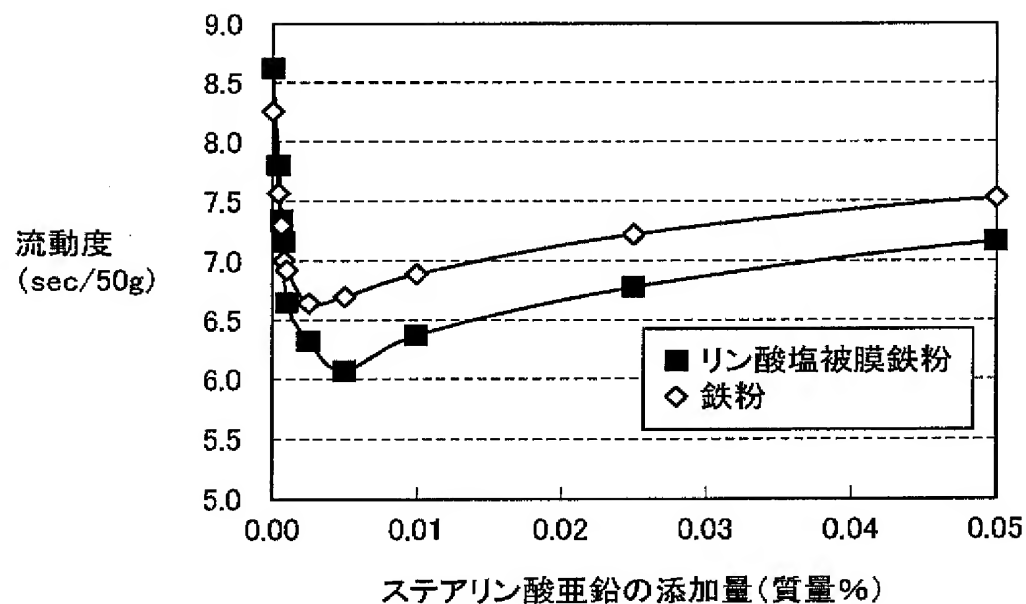
【図 3】



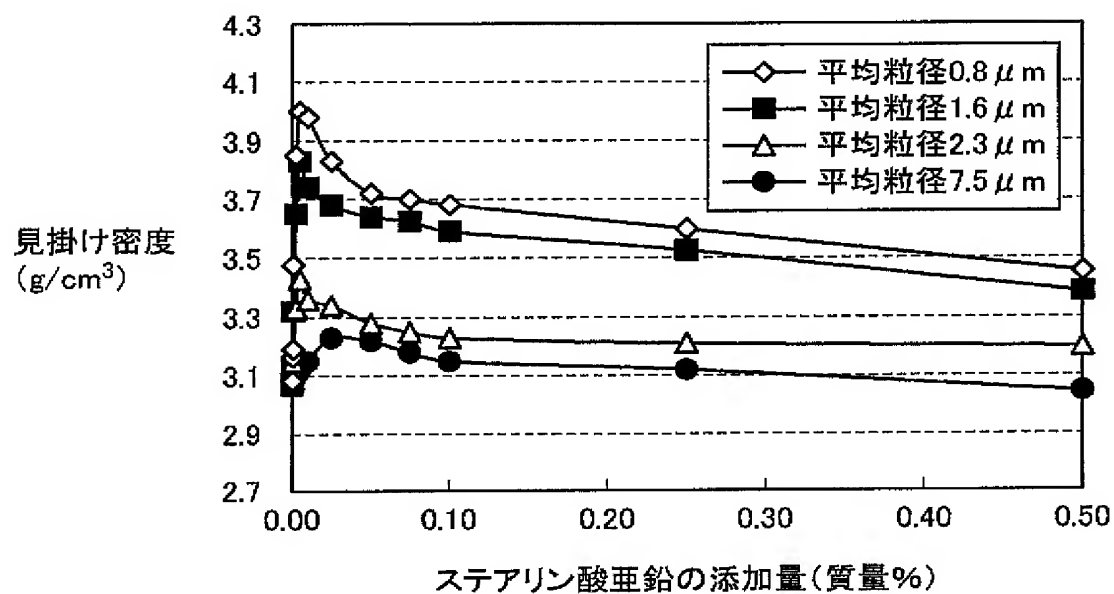
【図 4】



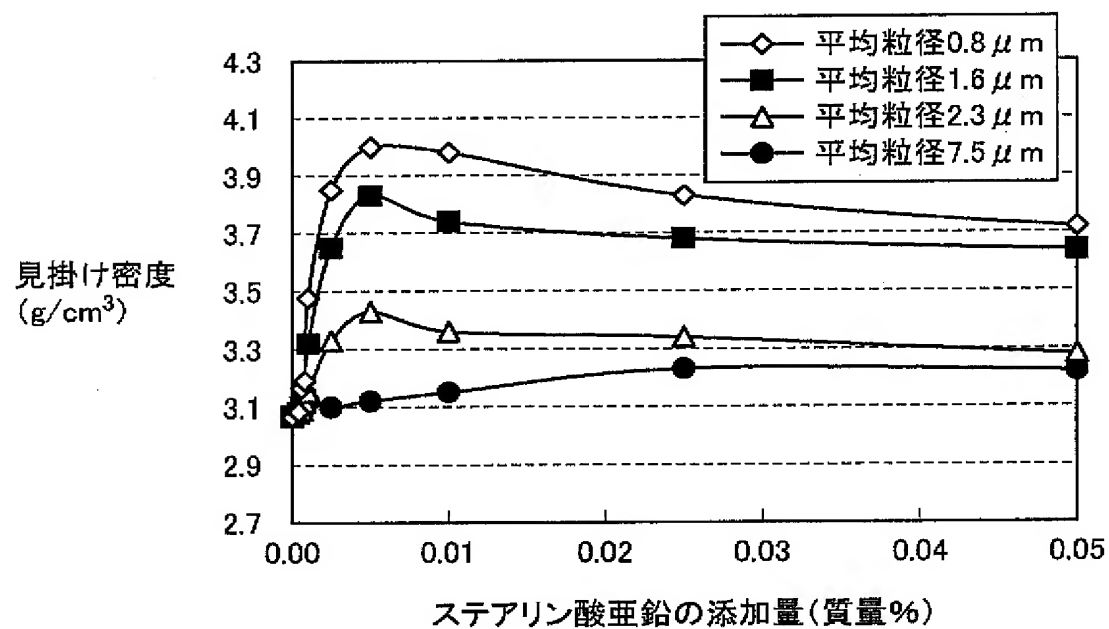
【図 5】



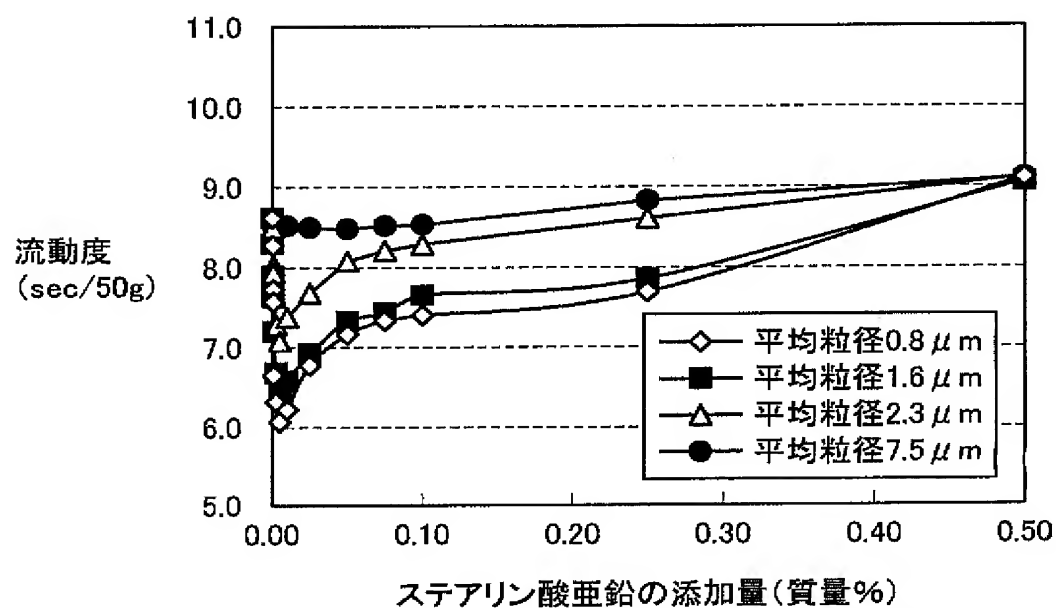
【図 6】



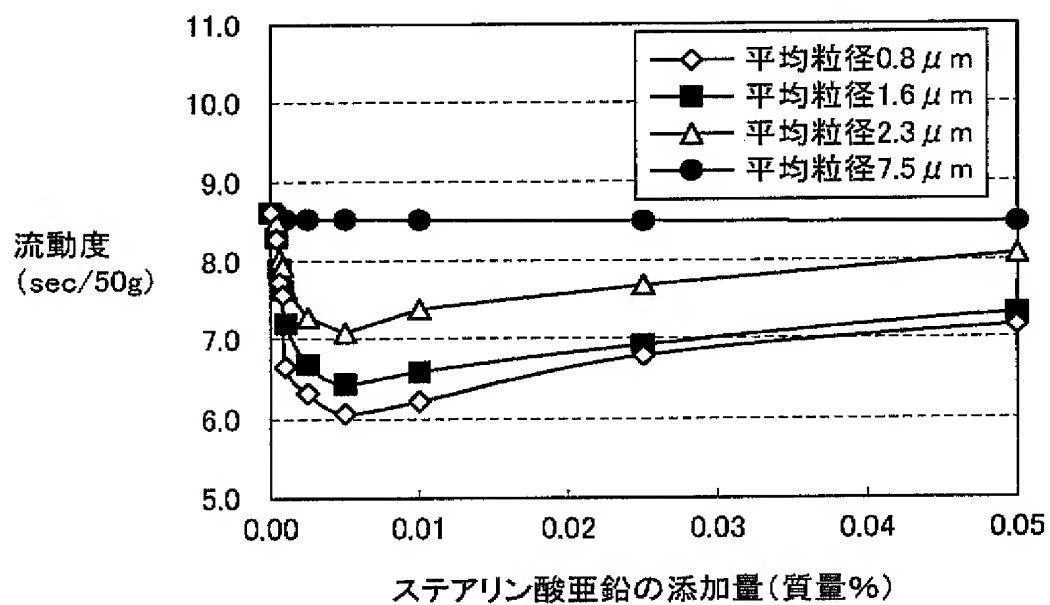
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 加圧成形時に優れた潤滑性を示すとともに、加圧成形後に所望の磁気的特性が得られる軟磁性材料およびその軟磁性材料から作製された圧粉磁心を提供する。

【解決手段】 軟磁性材料は、金属磁性粒子 10 と、金属磁性粒子 10 の表面を取り囲み、リン酸金属塩および酸化物の少なくとも一方を含む絶縁被膜 20 とを有する複数の複合磁性粒子 30 と、複数の複合磁性粒子 30 に対して、0.001 質量%以上 0.1 質量%以下の割合で添加され、金属石鹸を含む潤滑性粉末とを備える。潤滑性粉末の平均粒径は、 $2.0\ \mu\text{m}$ 以下である。

【選択図】 図 1

出願人履歴

0 0 0 0 0 2 1 3 0

19900829

新規登録

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

住友電気工業株式会社